

映像信号処理装置、デジタルカメラ
および
映像信号処理用コンピュータプログラム製品
IMAGE SIGNAL PROCESSING DEVICE, DIGITAL CAMERA
AND
COMPUTER PROGRAM PRODUCT FOR PROCESSING IMAGE SIGNAL

INCORPORATION BY REFERENCE

The disclosures of the following priority applications are herein incorporated by reference:

Japanese Patent Application No. 12-374840 filed December 8, 2000

Japanese Patent Application No. 12-374841 filed December 8, 2000

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. FIELD OF THE INVENTION

本発明は、カラー撮像素子から入力した映像信号を処理する装置、デジタルカメラおよび映像信号処理用コンピュータプログラム製品に関し、特に、ホワイトバランス性能を改良したものである。

2. DESCRIPTION OF THE RELATED ART

カラー撮像素子で撮像した映像信号を処理し、被写体の白色部分を正しく白色に再生するためのホワイトバランス調整を行う電子スチルカメラやビデオカメラなどの映像信号処理装置が知られている（例えば、特許第2997234号公報参照）。

図14は従来の映像信号処理回路の制御ブロック図である。図10により従来のホワイトバランス調整について簡単に説明する。このカメラはTTL方式の撮像装置と映像信号処理装置を備えている。撮影レンズ51によりカラー撮像素子52上に結像された被写体像は、カラー撮像素子52により映像電気信号に変換される。輝度信号処理部53では映像信号から輝度信号Yが生成され、クロマ信号処理部54では映像信号から輝度信号の低周波数成分YLと赤信号Rおよび青信号Bが生成される。ここで、輝度信号Yは、

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B \quad \cdots (1)$$

の比率で赤R、緑G、青Bを混合した信号である。

赤信号RはR利得制御部55で赤信号のホワイトバランスゲインRgainが乗じられ、赤信号R'が生成される。青信号BはB利得制御部56で青信号のホワイトバランスゲインBgainが乗じられ、青信号B'が生成される。次に、マトリクスアンプ57では赤信号R'と輝度信号の低周波数成分YLに基づいて色差信号R-Yが生成される。マトリクスアンプ58では青信号B'と輝度信号の低周波数成分YLに基づいて色差信号B-Yが生成される。ここで、

$$R - Y = 0.70R - 0.59G - 0.11B \quad \cdots (2)$$

$$B - Y = 0.89B - 0.59G - 0.30R \quad \cdots (3)$$

これらの色差信号R-Y、B-Yは圧縮処理部59へ送られ、JPEGなどに圧縮されて記録媒体に記録される。

平均化部60、61はそれぞれ色差信号R-Y、B-Yの1画面分の平均値を求める。制御電圧導出部62はそれらの平均信号レベルが0レベル、すなわちR=B=GとなるようなホワイトバランスゲインRgain、Bgainを算出する。上述したように、これらのホワイトバランスゲインRgain、Bgainはそれぞれ赤信号Rと青信号Bに乗ぜられ、ホワイトバランス調整が行われる。

しかしながら、従来の映像信号処理装置では、有彩色の被写体が撮影画面の広い範囲を占めるシーンを撮影する場合に、その被写体の色に強い影響を受けて正しくホワイトバランス調整が行われないという問題がある。

本発明の目的は、有彩色の被写体が撮影画面の広い範囲を占める場合でも良好なホワイトバランスを得ることにある。

SUMMARY OF THE INVENTION

本発明による、撮像素子で撮像された被写体像の画像信号を処理する映像信号処理装置は、撮像素子の受光面上で複数に分割された分割領域の画素出力に基づいて、分割領域ごとの彩度を演算する彩度演算部と、複数の分割領域の中から彩度が所定範囲内に収まっている領域を抽出する領域抽出部と、抽出された抽出領域の各色の画素出力に基づいてホワイトバランス調整を行うホワイトバランス調整部とを備える。

彩度演算部は、分割された分割領域ごとに出力される画素信号に基づいて色ごとの画素出力平均値を演算する平均値演算部と、分割領域ごとに、基準となる色の画素出力平均値に対する、他の色の画素出力平均値の比を演算する平均値比演算部とを備えることができる。この場合、領域抽出部は、複数の分割領域の中から画素出力平均値の比が所定範囲内に収まっている領域を抽出するように構成する。

本発明は、被写体像の色相に基づいて、ホワイトバランス調整に使用する領域を決定するようにしてもよい。

このような発明による、撮像素子で撮像された被写体像の画像信号を処理する映像信号処理装置は、撮像素子の受光面上で複数の分割された分割領域の画素出力に基づいて、分割領域ごとの色相を演算する色相演算部と、複数の分割領域の色相の度数分布に基づいて、複数の分割領域の中から所定度数以下の色相の分割領域を抽出する領域抽出部と、抽出された抽出領域の各色の画素出力に基づいてホワイトバランス調整を行うホワイトバランス調整部とを備える。

色相演算部は、分割された分割領域ごとに出力される画素信号に基づいて色ごとの画素出力平均値を演算する平均値演算部と、分割領域ごとに、基準となる色の画素出力平均値に対する、他の色の画素出力平均値の比を演算する平均値比演算部と画素出力平均値の比に基づいて各分割領域の色相を検出する色相検出部とを備えることができる。

彩度または色相に基づくホワイトバランス調整部を、抽出領域の色ごとの画素出力平均値の総和を演算する総和演算部と、各色の総和に基づいて基準色以外の色に対するホワイトバランスゲインを演算するゲイン演算部と、基準色以外の色の画素出力にホワイトバランスゲインを乗じて、ホワイトバランス調整を行う画素出力調整部とにより構成することができる。

本発明は、上記映像信号処理装置と、撮像した被写体像を記録媒体に記録するための画像信号を出力する記録用撮像素子とを有するデジタルカメラに適用することができる。このようなデジタルカメラでは、記録用撮像素子からの画像信号を使用してホワイトバランス調整することができる。デジタルカメラに、被写界を複数の分割した各測光領域ごとに被写体輝度に応じた測光信号を出力する測光用撮像素子が設けられている場合、測光用撮像素子からの画像信号を使用してホ

ワイトバランス調整してもよい。

本発明は、撮像素子で撮像された被写体像の画像信号を処理するプログラムを有する、コンピュータ読み込み可能なコンピュータプログラム製品に適用することができる。この場合、プログラムは、撮像素子の受光面上で複数に分割された分割領域の画素出力に基づいて、分割領域ごとの彩度を演算する彩度演算処理と、複数の分割領域の中から彩度が所定範囲内に収まっている領域を抽出する領域抽出処理と、抽出された抽出領域の各色の画素出力に基づいてホワイトバランス調整を行うホワイトバランス調整処理とを備える。

彩度演算処理は、分割された分割領域ごとに出力される画素信号に基づいて色ごとの画素出力平均値を演算する平均値演算処理と、分割領域ごとに、基準となる色の画素出力平均値に対する、他の色の画素出力平均値の比を演算する平均値比演算処理とを備えることができる。この場合、領域抽出処理は、複数の分割領域の中から画素出力平均値の比が所定範囲内に収まっている領域を抽出する。

被写体像の色相に基づいて、ホワイトバランス調整に使用する領域を決定する場合、本発明による、コンピュータ読み込み可能なコンピュータプログラム製品の画像信号処理プログラムは、撮像素子の受光面上で複数に分割された分割領域の画素出力に基づいて、分割領域ごとの色相を演算する色相演算処理と、複数の分割領域の色相の度数分布に基づいて、複数の分割領域の中から所定度数以下の色相の分割領域を抽出する領域抽出処理と、抽出された抽出領域の各色の画素出力に基づいてホワイトバランス調整を行うホワイトバランス調整処理とを備える。

色相演算処理は、撮像素子の受光面上で複数に分割された分割領域ごとに、画像信号に基づいて色ごとの画素出力平均値を演算する平均値演算処理と、分割領域ごとに、基準となる色の画素出力平均値に対する、他の色の画素出力平均値の比を演算する平均値比演算処理と、画素出力平均値の比に基づいて各分割領域の色相を検出する色相検出処理とを備えることができる。

彩度または色相に基づくホワイトバランス処理を、抽出された領域の色ごとの画素出力平均値の総和を演算する総和演算処理と、各色の総和に基づいて基準色以外の色に対するホワイトバランスゲインを演算するゲイン演算処理と、基準色以外の色の画素出力にホワイトバランスゲインを乗じてホワイトバランス調整を行う画素出力調整処理とすることができる。

上記コンピュータプログラム製品は、プログラムが記録された記録媒体として実現したり、プログラムがデータ信号として embodied された carrier wave として実現される。

上記コンピュータプログラム製品においても、ホワイトバランス調整に使用する画像信号は、撮像した被写体像を記録媒体に記録するための画像信号としたり、被写界を複数に分割した測光領域ごとの被写体輝度に応じた測光信号とすることができる。

画素出力は、赤色成分、緑色成分および青色成分を含むように、あるいは、画素出力が、緑色成分、黄色成分、青緑色成分および紫色成分を含むように、撮像素子を構成することができる。この場合、基準色は緑色である。

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図 1 は、本発明による映像信号処理装置を搭載したカメラの一実施の形態の横断面図である。

図 2 は、図 1 のカメラの制御回路を示すブロック図である。

図 3 は、カラー撮像素子の R、G、B 画素配置例を示す図である。

図 4 は、カラー撮像素子の補色系画素配列を示す図である。

図 5 は、画像処理の一例を示すフローチャートである。

図 6 は、図 5 に続く画像処理を示すフローチャートである。

図 7 は、第 1 の実施の形態によるカメラにおける画素平均値の比 R G、B G を平面上に展開した図である。

図 8 は、第 2 の実施の形態によるカメラにおける画素平均値の比 R G、B G を平面上に展開した図である。

図 9 は、第 2 の実施の形態によるカメラにおける回転角度範囲に対するヒストグラムを示す図である。

図 10 は、図 5 のステップ S 9 に代えて実行するステップ S 9 A を示す図である。

図 11 は、第 3 の実施の形態によるホワイトバランスゲイン演算処理を示すフローチャートであり、図 5 および 6 のフローチャートに対応する。

図 12 は、本発明によるホワイトバランス調整をパーソナルコンピュータで実

行する際の画像処理プログラムの一例を示すフローチャートである。

図 1 3 は、パーソナルコンピュータの画像処理プログラムを授受する各種の形態を説明する図である。

図 1 4 は、従来の画像処理装置の構成を示す図である。

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

－第 1 の実施の形態－

図 1 ～図 7 を参照して、本発明を T T L 一眼レフ電子スチルカメラに適用した一実施の形態を説明する。なお、本発明は T T L 一眼レフ電子スチルカメラに限定されず、C C D などのカラー撮像素子により映像を撮像する透視ファインダー式などのすべての電子スチルカメラ、ビデオカメラ、あるいはスキャナーなどにも適用することができる。

図 1 において、T T L 一眼レフカメラは、カメラボディ 1 と、カメラボディ 1 に装着された交換レンズ鏡筒 2 とを備える。被写体からの光はレンズ鏡筒 2 へ入射し、鏡筒 2 内の撮影レンズ 3 と絞り 4 の開口部を通過してカメラボディ 1 へ導かれる。

カメラボディ 1 にはメインミラー 5 が設けられている。撮影時以外はメインミラー 5 が破線で示す位置に置かれ、被写体光はメインミラー 5 で反射されてファインダーマット 6 へ導かれ、ファインダーマット 6 上に被写体像が結像される。その被写体像はペンタプリズム 7 により接眼レンズ 8 へ導かれ、接眼レンズ 8 を介して撮影者に視認される。

ファインダーマット 6 上に結像された被写体像は、ペンタプリズム 7 およびプリズム 9 により結像レンズ 1 0 へ導かれ、結像レンズ 1 0 により測光用撮像素子 1 1 上に被写体像が再結像される。測光用撮像素子 1 1 はフォトダイオードや C C D から構成され、被写界を複数の測光領域に分割して各測光領域ごとに被写体輝度を測定する。

撮影時はメインミラー 5 が実線で示す位置まで退避される。被写体光はサブミラー 1 2 を透過して、開放されているシャッター 1 3 を通り、撮影用撮像素子 1 4 へ導かれ、撮像素子 1 4 上に被写体像が結像される。被写体光の一部はサブミラー 1 2 で反射され、カメラボディ 1 の底部に設置されている焦点検出装置（不

図示)へ導かれ、撮影レンズ3の焦点調節状態が検出される。

撮影用撮像素子(CCD)14は複数の光電変換素子、すなわち画素が平面上に配列されている。各画素上には図3に示すように赤R、緑G、青Bのカラーフィルターが配置されている。図4に示すような緑G、黄色(イエロー)Ye、青緑(シアン)Cy、紫(マゼンダ)Maの補色系のカラーフィルターを配置した撮像素子を用いることもできる。このようなカラーフィルターを備えた撮像素子をこの明細書ではカラー撮像素子と呼ぶ。

図2において、CPU21はカメラ全体の動作を制御する。CPU21はタイミングジェネレーター(TG)22とドライバー23を制御して上述した撮影用のカラー撮像素子(CCD)14を駆動する。また、CPU21はタイミングジェネレーター22を制御してアナログ信号処理回路24、A/D変換器25、画像処理回路(ASIC)26、バッファメモリ27を制御する。

アナログ信号処理回路24は、カラー撮像素子14から入力したアナログR、G、B信号に対してゲインコントロール、雑音除去などのアナログ処理を施す。A/D変換器25はアナログR、G、B信号をデジタル信号に変換する。画像処理回路(ASIC)26は、デジタルR、G、B信号に対してホワイトバランス調整、 γ 補正、補間輪郭補償などの処理を施す。この画像処理回路26の動作については後述する。

バッファメモリ27は、画像処理中もしくは処理後の画像データを格納する。圧縮回路(JPEG)28は、バッファメモリ27に格納されている画像データをJPEG方式で所定の比率に圧縮する。表示画像生成回路29は、バッファメモリ27に格納されている画像データから表示用画像データを生成し、モニター30に表示する。メモリカード31はフラッシュメモリなどから構成され、圧縮後の画像データを記録する。CPU21にはシャッターレリーズ釦の半押しスイッチ32と全押し(レリーズ)スイッチ33が接続される。

CPU21は、シャッター13がレリーズされて撮影が行われるたびに、カラー撮像素子14の電荷蓄積を行い、蓄積電荷を読み出してアナログ信号処理回路24とA/D変換器25で信号処理とデジタル変換した後、画像処理回路26により処理を行う。そして、モニター30に撮像画像を表示し、圧縮回路28で画像を圧縮してメモリカード31に記録する。

画像処理回路（ＡＳＩＣ）２６はＣＰＵとその周辺部品から構成され、図５および図６に示す画像処理プログラムを実行してＲ、Ｇ、Ｂ画像信号を処理する。なお、この実施の形態ではマイクロコンピュータのソフトウェアで画像処理を行う例を示すが、ハードウェアにより画像処理を行ってもよい。

ステップＳ１において、カラー撮像素子１４から出力されＡ／Ｄ変換器２５でデジタル信号に変換されたＲ、Ｇ、Ｂの各画素データを入力する。続くステップＳ２で、画素配列の１ラインごとに、オプティカルブラックとして使用する複数の画素データの加重平均をそのラインの各画素データから減算する。ステップＳ３では、画素配列の１ラインごとに、Ｒ、Ｇ、Ｂの各画素データに対して一律に所定のゲインを乗して信号レベルを調整するとともに、Ｇ画素に対するＲとＢ画素の感度のばらつきを補正する。

ステップＳ４で上記処理を施したＲＧＢ画素データをバッファメモリ２７へ出力して記憶させるとともに、ステップＳ５～１１において上記処理を施したＲＧＢ画素データに基づいてホワイトバランスゲインＲgain、Ｂgainを演算する。

ホワイトバランスゲインＲgain、Ｂgainの演算方法を説明する。まず、ステップＳ５で複数の画素が平面上に配列された撮像素子１４の受光面を、少なくとも２個以上の画素を含む複数の領域に分割する。この領域分割方法として下記のものがある。

- ①原則として同一個数の画素を含み、各領域が互いにオーバーラップしないように分割する方法
- ②原則として同一個数の画素を含み、各領域がオーバーラップするように分割する方法
- ③各領域に含まれる画素を同一個数とせず、撮影画面中央部の領域は個数を少なく、撮影画面周辺部の領域は個数を多くする、つまり、中央部領域を狭くし、周辺部領域を広くする方法
- ④当初の演算は広い領域に分割して行い、演算結果に基づいて狭い領域に分割する方法、つまり、演算結果に基づいて領域の大きさを変更する方法
- ⑤上記の方法を組み合わせた方法など

領域の分割方法はこの実施の形態の方法に限定されるものではない。

②の領域のオーバーラップを許容する分割方法は、①のオーバーラップを許容

しない分割方法に比べて、より正確なホワイトバランスゲインを演算することができる。③の中央部領域を狭くし、周辺部領域を広くする分割方法は、主要被写体が撮影画面中央部に位置する撮影の頻度が高いことによるものである。空などの風景が含まれる周辺部よりも主要被写体が含まれる中央部に対してきめ細かく演算を行うことによって、より正確なホワイトバランスを得ることができる。④の分割方法は、当初は広い領域分割で演算を行い、信頼性の高い演算結果が得られない場合は狭い領域分割で演算をやり直すことによって、演算処理時間を短縮できる。

いずれかの方法でn分割された各領域に対して、領域番号i(=1~n)を付して区別する。ステップS6で、各領域iに含まれるR、G、Bごとの画素値の平均値Ra(i)、Ga(i)、Ba(i)を演算する。画素値は、各画素から出力される電圧レベル、すなわち輝度値を表す。例えば、0~255のレベルが使用される。ステップS7では、各領域iにおけるG画素平均値Ga(i)に対するR画素平均値Ra(i)の比RG(i)と、G画素平均値Ga(i)に対するB画素平均値Ba(i)の比BG(i)を、次式により演算する。

$$RG(i) = \{Ra(i) - Ga(i)\} / Ga(i) \quad \cdots (4)$$

$$BG(i) = \{Ba(i) - Ga(i)\} / Ga(i) \quad \cdots (5)$$

ステップS8で、図7に示すように、横軸をG画素平均値に対するB画素平均値の比BG、縦軸をG画素平均値に対するR画素平均値の比RGとする平面上に、演算結果の各領域iの比RG(i)と比BG(i)で決まる点{RG(i), BG(i)}をプロットする。

G画素平均値に対するR画素平均値の比RGと、G画素平均値に対するB画素平均値の比BGの平面座標上で、領域iの点{RG(i), BG(i)}の存在する位置はその領域iに対応する被写体の彩度を表す。例えば撮影画面内に青空がある場合にはその領域の比BGが大きくなり、赤いバラ園を撮影する場合には比RGが大きくなる。このような有彩色の彩度の高い被写体が撮影画面の広い範囲を占めるシーンを撮影する場合には、その被写体の色に強い影響を受けて良好なホワイトバランスが得られなくなる。そこで、この実施の形態では、画素平均値の比RG、BGが所定値Kを超える領域には有彩色の彩度の高い被写体が存在すると判断し、そのような領域をホワイトバランスゲイン演算の対象領域から除外する。これに

より、撮影画面から彩度の高い有彩色被写体を除外してホワイトバランス調整を行うことができ、良好な調整結果が得られる。

具体的には、ステップS 9において、図7に示す平面上で中心(0, 0)から半径Kの円内に点{RG(i), BG(i)}が存在する領域iを抽出する。すなわち、次式を満たす領域iを抽出する。

$$\sqrt{\{ |RG(i)|^2 + |BG(i)|^2 \}} \leq K \quad \cdots (6)$$

ステップS 10において、抽出したすべての領域のR、G、B各画素の平均値の総和を次式により演算する。

$$R_t = \sum R_a(i) \quad \cdots (7)$$

$$G_t = \sum G_a(i) \quad \cdots (8)$$

$$B_t = \sum B_a(i) \quad \cdots (9)$$

ステップS 11で総和R_t、G_t、B_tに基づいて次式によりホワイトバランスゲインR_{gain}、B_{gain}を演算する。

$$R_{gain} = R_t / G_t \quad \cdots (10)$$

$$B_{gain} = B_t / G_t \quad \cdots (11)$$

ホワイトバランスゲインR_{gain}、B_{gain}を算出したら、ステップS 12において、先に記憶したRGB画素データをバッファメモリ27から入力する。すべてのR画素値にゲインR_{gain}を乗ずるとともに、すべてのB画素値にゲインB_{gain}を乗じてホワイトバランス調整を行う。

ホワイトバランス調整後のステップS 14で、周知の黒レベル調整とγ補正を行う。さらに、ステップS 15において、縦p×横q画素領域ごとに周知の補間、輪郭処理を行う。すなわち、ホワイトバランス調整後の画像データに対してp×q画素領域のブロックデータごとにJPEG方式のデータ圧縮のためのフォーマット処理を行って、p1×q1画素領域のY信号とp2×q2画素領域のCb信号およびCy信号を生成する。以上の黒レベル調整、γ補正、補間輪郭処理については周知であり、本願発明と直接に関係しないので詳細な説明を省略する。最後にステップS 16で、Y信号、Cb信号、Cy信号をバッファメモリ27へ出力し、記憶する。

このように第1の実施の形態では、

(1) カラー撮像素子14の受光面を複数の領域iに分割し、

(2) 各領域 i の色 R 、 G 、 B ごとの画素出力平均値 $R_a(i)$ 、 $G_a(i)$ 、 $B_a(i)$ を演算し、

(3) 各領域 i ごとに緑色 G の画素出力平均値 $G_a(i)$ に対する他の色 R 、 B の画素出力平均値 $R_a(i)$ 、 $B_a(i)$ の比 $R_G(i)$ 、 $B_G(i)$ を演算し、

(4) 複数の領域の中から画素出力平均値の比 $R_G(i)$ 、 $B_G(i)$ が所定範囲 K 内に収まっている領域を抽出し、

(5) 抽出した領域の各色の画素出力に基づいてホワイトバランス調整を行うようにした。

したがって、以下で述べるような理由により、有彩色の被写体が撮影画面の広い範囲を占める場合でも良好なホワイトバランスを得ることができる。

上述したように、 G 画素平均値に対する R 画素平均値の比 R_G と、 G 画素平均値に対する B 画素平均値の比 B_G の平面座標上で、領域 i の点 $\{R_G(i), B_G(i)\}$ の存在する位置はその領域 i に対応する被写体の彩度を表す。例えば撮影画面内に青空がある場合にはその領域の比 B_G が大きくなり、赤いバラ園を撮影する場合には比 R_G が大きくなる。このような有彩色の彩度の高い被写体が撮影画面の広い範囲を占めるシーンを撮影する場合には、その被写体の色に強い影響を受けて良好なホワイトバランスが得られなくなる。

この実施の形態では、画素平均値の比 R_G 、 B_G が所定値 K を超える領域には有彩色の彩度が高い被写体が存在すると判断し、そのような領域をホワイトバランスゲイン演算の対象領域から除外する。つまり、複数の領域 i のの中から彩度が所定範囲内、すなわち式 (6) に示す半径 K の円内に収まっている領域を抽出し、抽出した領域の各色の画素出力に基づいてホワイトバランス調整を行う。これにより、撮影画面から彩度の高い有彩色被写体を除外してホワイトバランス調整を行うことができ、良好な調整結果が得られる。

なお、所定値 K は次のようにして決定することができる基準値である。すなわち、撮影画面内に占める有彩色領域が大きくなる多数の写真を、種々の撮影条件下で試し撮りし、撮影画面内に有彩色の領域が大きな写真のホワイトバランス調整が良好になるように予め設定される。

－第2の実施の形態－

第1の実施の形態では、図7に示すように、画素平均値の比 R_G 、 B_G が所定

値Kを超える領域には有彩色の彩度が高い被写体が存在すると判断して、そのような領域をホワイトバランスゲイン演算の対象領域から除外した。第2の実施の形態では、図7と同様な図8に示す平面座標において、原点(0, 0)からの回転角度範囲ごとの点{RG(i), BG(i)}の度数分布を調べ、図9に示すようなヒストグラムを作成し、ヒストグラムに基づいて有彩色の有無を判断して、ホワイトバランスゲイン演算の対象から除外する領域を決定する。

図5、6および図10のフローチャートに基づいて、第1の実施の形態との相違点を主に説明する。ステップS8で、図8に示すように、横軸をG画素平均値に対するB画素平均値の比BG、縦軸をG画素平均値に対するR画素平均値の比RGとする平面座標上に、演算結果の各領域iの比RG(i)と比BG(i)で決まる点{RG(i), BG(i)}をプロットする。ステップS9A(図10)では、図8に示す平面座標において、原点(0, 0)からの回転角度範囲ごとの点{RG(i), BG(i)}の度数分布を調べ、図9に示すようなヒストグラムを作成する。なお、この実施の形態では10度ごとの回転角度範囲を例に上げて説明するが、回転角度範囲の角度はこの実施の形態に限定されない。

G画素平均値に対するR画素平均値の比RGと、G画素平均値に対するB画素平均値の比BGの平面座標上において、領域iの点{RG(i), BG(i)}が存在する位置はその領域iに対応する被写体の有彩色の区別、すなわち色相を表す。図8に示す回転角度範囲ごとの点{RG(i), BG(i)}の度数分布は被写体の色相傾向を表す。例えば、青空が撮影画面の広い範囲を占める場合には比BGが大きくなり、横軸BG周りの回転角度範囲に存在する点{RG(i), BG(i)}の度数が多くなる。一面に赤いバラが咲き誇るバラ園を撮影する場合には比RGが大きくなり、縦軸RG周りの回転角度範囲に存在する点{RG(i), BG(i)}の度数が多くなる。

ところが、上述したようにこのような有彩色の被写体が撮影画面の広い範囲を占めるシーンを撮影する場合には、その被写体の色に強い影響を受けて良好なホワイトバランスが得られなくなる。そこでこの実施の形態では、所定度数KRを超える色相の領域iには撮影画面の広い範囲を占める有彩色の被写体が存在すると判断し、そのような領域をホワイトバランスゲイン演算の対象領域から除外する。これにより、撮影画面内の広い範囲を占める有彩色被写体を除外してホワイトバランス調整を行うことができ、良好な調整結果が得られる。

具体的には、ステップS 1 0で図9に示すヒストグラムにおいて所定値K以下の度数の領域*i*を抽出し、続くステップS 1 1で抽出したすべての領域のR、G、B各画素の平均値の総和R_t、G_t、B_tを、上記式(7)～(9)により演算する。そして、ステップS 1 2で総和R_t、G_t、B_tに基づいて上式(10)および(11)によりホワイトバランスゲインR_{gain}、B_{gain}を演算する。

ホワイトバランスゲインR_{gain}、B_{gain}を算出したら、ステップS 1 3において、先に記憶したRGB画素データをバッファメモリ27から入力し、すべてのR画素値にゲインR_{gain}を乗ずるとともに、すべてのB画素値にゲインB_{gain}を乗じてホワイトバランス調整を行う。

このように第2の実施の形態では、

- (1) カラー撮像素子14の受光面を複数の領域*i*に分割し、
- (2) 各領域*i*の色R、G、Bごとの画素出力平均値R_a(*i*)、G_a(*i*)、B_a(*i*)を演算するとともに、各領域*i*ごとに基準となる色Gの画素出力平均値G_a(*i*)に対する他の色R、Bの画素出力平均値R_a(*i*)、B_a(*i*)の比R_G(*i*)、B_G(*i*)を演算し、
- (3) 画素出力平均値の比R_G(*i*)、B_G(*i*)に基づいて各領域*i*の色相を検出し、
- (4) 複数の領域*i*の色相の度数分布に基づいて複数の領域*i*の中から所定度数K以下の色相の領域を抽出し、
- (5) 抽出した領域の各色の画素出力に基づいてホワイトバランス調整を行うようにした。したがって、対象となる画像データが、有彩色の被写体が撮影画面の広い範囲を占める場合でも、良好なホワイトバランスを得ることができる。

上述した一実施の形態では、G画素平均値に対するR画素平均値の比R_Gと、G画素平均値に対するB画素平均値の比B_Gの平面座標系を設定し、各領域の被写体の色相傾向を判断する例を示した。しかし、上述した座標系に限定されず、例えばXYZ、LAB、LUV、HSCなどの色相を表す座標系であればどのような座標系を用いてもよい。

上述した第1および第2の実施の形態では、撮影用カラー撮像素子14の出力を用いてホワイトバランス調整を行う例を示した。しかし、測光用カラー撮像素子11の出力を用いて上述したホワイトバランス調整を行っても、同様な効果が得られる。

上述した一実施の形態では、緑色を基準色とする R, G, B の三原色カラーフィルターを備えた撮像素子を例に上げて説明した。しかし、カラー撮像素子のフィルターの色とその配列および基準色は上記一実施の形態に限定されず、例えば G、Ye、Cy、Ma の補色カラーフィルターを備えた撮像素子を用いても同様な効果が得られる。

《変形例；補色系カラー撮像素子の場合》

図 4 に示す補色系のカラーフィルターを備えた撮像素子を用いたカメラの場合には、ホワイトバランス調整を次のように行う。図 5 のステップ S 5 で上述した分割方法により領域分割を行う。次に、ステップ S 6 で、各分割領域 i に含まれる緑 G、黄色（イエロー）Ye、青緑（シアン）Cy、紫（マゼンダ）Ma ごとの画素値の平均値 $G_a(i)$ 、 $Ye_a(i)$ 、 $Cy_a(i)$ 、 $Ma_a(i)$ を演算する。

ステップ S 7 では、各領域 i における G 画素平均値 $G_a(i)$ に対する Ye 画素平均値 $Ye_a(i)$ の比 $YeG(i)$ 、G 画素平均値 $G_a(i)$ に対する Cy 画素平均値 $Cy_a(i)$ の比 $CyG(i)$ 、G 画素平均値 $G_a(i)$ に対する Ma 画素平均値 $Ma_a(i)$ の比 $MaG(i)$ を次式により演算する。

$$YeG(i) = \{Ye_a(i) - 2 G_a(i)\} / 2 G_a(i) \quad \cdots (12)$$

$$CyG(i) = \{Cy_a(i) - 2 G_a(i)\} / 2 G_a(i) \quad \cdots (13)$$

$$MaG(i) = \{Ma_a(i) - 2 G_a(i)\} / 2 G_a(i) \quad \cdots (14)$$

ステップ S 8 で、G 画素平均値に対する Ye 画素平均値の比 YeG と、G 画素平均値に対する Cy 画素平均値の比 CyG と、G 画素平均値に対する Ma 画素平均値の比 MaG を XYZ 3 軸とする空間座標系に、演算結果の各領域 i の比 $YeG(i)$ 、 $CyG(i)$ 、 $MaG(i)$ で決まる点 $\{YeG(i), CyG(i), MaG(i)\}$ をプロットする。ステップ S 9 では、上記空間座標系で点 $\{YeG(i), CyG(i), MaG(i)\}$ が中心 (0, 0, 0) から半径 K' の球内に存在する領域 i を抽出する。すなわち、次式を満たす領域 i を抽出する。

$$\sqrt{\{ |YeG(i)|^2 + |CyG(i)|^2 + |MaG(i)|^2 \}} \leq K' \quad \cdots (15)$$

ステップ S 10 において、抽出したすべての領域の G、Ye、Cy、Ma 各画素の平均値の総和を次式により演算する。

$$G_t = \sum G_a(i) \quad \cdots (16)$$

$$Ye_t = \sum Ye_a(i) \quad \cdots (17)$$

$$Cy_t = \sum Cy_a(i) \quad \cdots (18)$$

$$Ma_t = \sum Ma_a(i) \quad \cdots (20)$$

そして、ステップS 1 1で総和Gt、Ye_t、Cy_t、Ma_tに基づいて次式によりホワイトバランスゲインYe_gain、Cy_gain、Ma_gainを演算する。

$$Ye_gain = Ye_t / 2 Gt \quad \cdots (21)$$

$$Cy_gain = Cy_t / 2 Gt \quad \cdots (22)$$

$$Ma_gain = Ma_t / 2 Gt \quad \cdots (23)$$

ホワイトバランスゲインYe_gain、Cy_gain、Ma_gainを演算したら、ステップS 1 2でバッファメモリ27から先に記憶した補色系画素データを入力し、すべてのYe画素にゲインYe_gainを乗じ、すべてのCy画素にゲインCy_gainを乗じ、すべてのMa画素にゲインMa_gainを乗じてホワイトバランス調整を行う。

以上では、電子スチルカメラに本発明を適用した場合について説明した。しかし、電子スチルカメラで撮影した生の画像データをパーソナルコンピュータに取り込み、パーソナルコンピュータで上述したようなホワイトバランス調整を行ってもよい。生の画像データは、例えば、図5のステップS 3の処理後の画像データを記録媒体に記録して利用することができる。

図12はパーソナルコンピュータでホワイトバランス調整を行う画像処理プログラムの一例である。ステップS 1 0 1において、可搬型記録媒体に記録されている生の画像データをパーソナルコンピュータのハードディスクなどの記憶領域に入力する。ステップS 1 0 2では、例えば図5および図6で説明したステップS 6～11の処理を実行してホワイトバランス調整ゲインを演算する。ステップS 1 0 3では、上記ステップS 1 3と同様に、算出されたゲインにより画像データの各画素に対してゲインが乗せられる。以下、ステップS 1 0 3～105（上記ステップS 1 3～15に対応）の処理を実行して、ステップS 1 0 6において、ホワイトバランス調整後の画像を可搬型記録媒体に記録する。

パーソナルコンピュータでのホワイトバランス調整に本発明を適用する場合、図12に示した画像処理プログラムは、CD-ROMなどの記録媒体やインターネットなどのデータ信号を通じて提供することができる。

図13はその様子を示す図である。パーソナルコンピュータ300は、CD-

ROM 304を介してプログラムの提供を受ける。また、パーソナルコンピュータ300は通信回線301との接続機能を有する。コンピュータ302は上記プログラムを提供するサーバーコンピュータであり、ハードディスク303などの記録媒体にプログラムを格納する。通信回線301は、インターネット、パソコン通信などの通信回線、あるいは専用通信回線などである。コンピュータ302はハードディスク303を使用してプログラムを読み出し、通信回線301を介してプログラムをパーソナルコンピュータ300に送信する。

すなわち、プログラムをデータ信号として搬送波に embody して、通信回線301を介して送信する。このように、プログラムは、記録媒体や搬送波などの種々の形態のコンピュータ読み込み可能なコンピュータプログラム製品として供給できる。

電子スチルカメラにおいても、カメラの発売後にホワイトバランス調整処理をバージョンアップする場合がある。この場合も、図5や6に示す画像処理プログラムは、CD-ROMで配布したり、インターネットを通じて配布することができる。

What is claimed is:

1.

撮像素子で撮像された被写体像の画像信号を処理する映像信号処理装置は、
前記撮像素子の受光面上で複数の分割された分割領域ごとに、前記画像信号に基づいて色ごとの画素出力平均値を演算する平均値演算部と、
分割領域ごとに、基準となる色の画素出力平均値に対する、他の色の画素出力平均値の比を演算する平均値比演算部と、
前記複数の分割領域の中から前記画素出力平均値の比が所定範囲内に収まっている領域を抽出する領域抽出部と、
前記抽出された抽出領域の各色の画素出力に基づいてホワイトバランス調整を行うホワイトバランス調整部とを備える。

2.

請求項1に記載の映像信号処理装置において、
前記ホワイトバランス調整部は、
前記抽出領域の色ごとの画素出力平均値の総和を演算する総和演算部と、
前記各色の総和に基づいて基準色以外の色に対するホワイトバランスゲインを演算するゲイン演算部と、
基準色以外の色の画素出力に前記ホワイトバランスゲインを乗じて、ホワイトバランス調整を行う画素出力調整部とを備える。

3.

請求項1に記載の映像信号処理装置において、
前記画素出力は、赤色成分、緑色成分および青色成分を含み、前記基準色は緑色である。

4.

請求項2に記載の映像信号処理装置において、
前記画素出力は、赤色成分、緑色成分および青色成分を含み、前記基準色は緑色である。

5.

請求項 1 に記載の映像信号処理装置において、

前記画素出力は、緑色成分、黄色成分、青緑色成分および紫色成分を含み、前記基準色は緑色である。

6.

請求項 2 に記載の映像信号処理装置において、

前記画素出力は、緑色成分、黄色成分、青緑色成分および紫色成分を含み、前記基準色は緑色である。

7.

請求項 1 に記載の映像信号処理装置と、

撮像した被写体像を記録媒体に記録するための画像信号を出力する記録用撮像素子とを有し、

前記ホワイトバランス調整に使用される画像信号は前記記録用撮像素子からの画像信号を使用するデジタルカメラ。

8.

請求項 1 に記載の映像信号処理装置と、

撮像した被写体像を記録媒体に記録するための画像信号を出力する記録用撮像素子と、

被写界を複数に分割した各測光領域ごとに被写体輝度に応じた測光信号を出力する測光用撮像素子とを有し、

前記ホワイトバランス調整に使用される画像信号は前記測光用撮像素子からの画像信号を使用するデジタルカメラ。

9.

コンピュータ読み込み可能なコンピュータプログラム製品は、撮像素子で撮像された被写体像の画像信号を処理するプログラムを有し、このプログラムは、

前記撮像素子の受光面上で複数の分割された分割領域ごとに、前記画像信号に基づいて色ごとの画素出力平均値を演算する平均値演算処理と、

前記分割領域ごとに、基準となる色の画素出力平均値に対する、他の色の画素出力平均値の比を演算する平均値比演算処理と、

前記複数の領域の中から前記画素出力平均値の比が所定範囲内に収まっている領域を抽出する領域抽出処理と、

前記抽出された領域の各色の画素出力に基づいてホワイトバランス調整を行うホワイトバランス処理とを含む。

10.

請求項9に記載のコンピュータプログラム製品において、

前記プログラムは、さらに、

前記抽出された領域の色ごとの画素出力平均値の総和を演算する総和演算処理と、

前記各色の総和に基づいて基準色以外の色に対するホワイトバランスゲインを演算するゲイン演算処理と、

基準色以外の色の画素出力に前記ホワイトバランスゲインを乗じてホワイトバランス調整を行う画素出力調整処理とを含む。

11.

請求項9に記載のコンピュータプログラム製品は、前記プログラムが記録された記録媒体である。

12.

請求項9に記載のコンピュータプログラム製品は、前記プログラムがデータ信号として embodied された carrier wave である。

13.

請求項9に記載のコンピュータプログラム製品において、

前記画素出力は、赤色成分、緑色成分および青色成分を含み、前記基準色は緑

色である。

14.

請求項10に記載のコンピュータプログラム製品において、

前記画素出力は、赤色成分、緑色成分および青色成分を含み、前記基準色は緑色である。

15.

請求項9に記載のコンピュータプログラム製品において、

前記画素出力は、緑色成分、黄色成分、青緑色成分および紫色成分を含み、前記基準色は緑色である。

16.

請求項10に記載のコンピュータプログラム製品において、

前記画素出力は、緑色成分、黄色成分、青緑色成分および紫色成分を含み、前記基準色は緑色である。

17.

請求項9に記載のコンピュータプログラム製品において、

前記ホワイトバランス調整に使用する画像信号は、撮像した被写体像を記録媒体に記録するための画像信号である。

18.

請求項10に記載のコンピュータプログラム製品において、

前記ホワイトバランス調整に使用する画像信号は、被写界を複数に分割した各測光領域ごとの被写体輝度に応じた測光信号である。

19.

撮像素子で撮像された被写体像の画像信号を処理する映像信号処理装置は、

前記撮像素子の受光面上で複数に分割された分割領域の画素出力に基づいて、

分割領域ごとの彩度を演算する彩度演算部と、

前記複数の分割領域の中から前記彩度が所定範囲内に収まっている領域を抽出する領域抽出部と、

前記抽出された抽出領域の各色の画素出力に基づいてホワイトバランス調整を行うホワイトバランス調整部とを備える。

20.

請求項19に記載の映像信号処理装置と、

撮像した被写体像を記録媒体に記録するための画像信号を出力する記録用撮像素子とを有し、

前記ホワイトバランス調整に使用される画像信号は前記記録用撮像素子からの画像信号を使用するデジタルカメラ。

21.

請求項19に記載の映像信号処理装置と、

撮像した被写体像を記録媒体に記録するための画像信号を出力する記録用撮像素子と、

被写界を複数の分割した各測光領域ごとに被写体輝度に応じた測光信号を出力する測光用撮像素子とを有し、

前記ホワイトバランス調整に使用される画像信号は前記測光用撮像素子からの画像信号を使用するデジタルカメラ。

22.

コンピュータ読み込み可能なコンピュータプログラム製品は、撮像素子で撮像された被写体像の画像信号を処理するプログラムを有し、このプログラムは、

前記撮像素子の受光面上で複数の分割された分割領域の画素出力に基づいて、分割領域ごとの彩度を演算する彩度演算処理と、

前記複数の分割領域の中から前記彩度が所定範囲内に収まっている領域を抽出する領域抽出処理と、

前記抽出された抽出領域の各色の画素出力に基づいてホワイトバランス調整を

行うホワイトバランス調整処理とを備える。

2 3.

撮像素子で撮像された被写体像の画像信号を処理する映像信号処理装置は、
前記撮像素子の受光面上で複数の分割された分割領域ごとに、前記画像信号に基づいて色ごとの画素出力平均値を演算する平均値演算部と、

分割領域ごとに、基準となる色の画素出力平均値に対する、他の色の画素出力平均値の比を演算する平均値比演算部と、

前記画素出力平均値の比に基づいて各分割領域の色相を検出する色相検出部と、
前記複数の分割領域の色相の度数分布に基づいて、前記複数の分割領域の中から所定度数以下の色相の分割領域を抽出する領域抽出手段と、

前記抽出された抽出領域の各色の画素出力に基づいてホワイトバランス調整を行うホワイトバランス調整部とを備える。

2 4.

請求項 2 3 に記載の映像信号処理装置において、

ホワイトバランス調整部は、さらに、

前記抽出領域の色ごとの画素出力平均値の総和を演算する総和演算部と、

前記各色の総和に基づいて基準色以外の色に対するホワイトバランスゲインを演算するゲイン演算部と、

基準色以外の色の画素出力に前記ホワイトバランスゲインを乗じて、ホワイトバランス調整を行う画素出力調整部とを備える。

2 5.

請求項 2 3 に記載の映像信号処理装置において、

前記画素出力は、赤色成分、緑色成分および青色成分を含み、前記基準色は緑色である。

2 6.

請求項 2 4 に記載の映像信号処理装置において、

前記画素出力は、赤色成分、緑色成分および青色成分を含み、前記基準色は緑色である。

27.

請求項23に記載の映像信号処理装置において、

前記画素出力は、緑色成分、黄色成分、青緑色成分および紫色成分を含み、前記基準色は緑色である。

28.

請求項24に記載の映像信号処理装置において、

前記画素出力は、緑色成分、黄色成分、青緑色成分および紫色成分を含み、前記基準色は緑色である。

29.

請求項23に記載の映像信号処理装置と、

撮像した被写体像を記録媒体に記録するための画像信号を出力する記録用撮像素子とを有し、

前記ホワイトバランス調整に使用される画像信号は前記記録用撮像素子からの画像信号を使用するデジタルカメラ。

30.

請求項23に記載の映像信号処理装置と、

撮像した被写体像を記録媒体に記録するための画像信号を出力する記録用撮像素子と、

被写界を複数に分割した各測光領域ごとに被写体輝度に応じた測光信号を出力する測光用撮像素子とを有し、

前記ホワイトバランス調整に使用される画像信号は前記測光用撮像素子からの画像信号を使用するデジタルカメラ。

31.

コンピュータ読み込み可能なコンピュータプログラム製品は、撮像素子で撮像された被写体像の画像信号を処理するプログラムを有し、このプログラムは、

前記撮像素子の受光面上で複数に分割された分割領域ごとに、前記画像信号に基づいて色ごとの画素出力平均値を演算する平均値演算処理と、

前記分割領域ごとに、基準となる色の画素出力平均値に対する、他の色の画素出力平均値の比を演算する平均値比演算処理と、

前記画素出力平均値の比に基づいて各分割領域の色相を検出する色相検出処理と、

前記複数の分割領域の色相の度数分布に基づいて、前記複数の分割領域の中から所定度数以下の色相の分割領域を抽出する領域抽出処理と、

前記抽出された領域の各色の画素出力に基づいてホワイトバランス調整を行うホワイトバランス処理とを含む。

3 2.

請求項 3 1 に記載のコンピュータプログラム製品において、

前記プログラムは、さらに、

前記抽出された領域の色ごとの画素出力平均値の総和を演算する総和演算処理と、

前記各色の総和に基づいて基準色以外の色に対するホワイトバランスゲインを演算するゲイン演算処理と、

基準色以外の色の画素出力に前記ホワイトバランスゲインを乗じてホワイトバランス調整を行う画素出力調整処理とを含む。

3 3.

請求項 3 1 に記載のコンピュータプログラム製品は、前記プログラムが記録された記録媒体である。

3 4.

請求項 3 1 に記載のコンピュータプログラム製品は、前記プログラムがデータ信号として embodied された carrier wave である。

35.

請求項31に記載のコンピュータプログラム製品において、
前記画素出力は、赤色成分、緑色成分および青色成分を含み、前記基準色は緑色である。

36.

請求項32に記載のコンピュータプログラム製品において、
前記画素出力は、赤色成分、緑色成分および青色成分を含み、前記基準色は緑色である。

37.

請求項31に記載のコンピュータプログラム製品において、
前記画素出力は、緑色成分、黄色成分、青緑色成分および紫色成分を含み、前記基準色は緑色である。

38.

請求項31に記載のコンピュータプログラム製品において、
前記画素出力は、緑色成分、黄色成分、青緑色成分および紫色成分を含み、前記基準色は緑色である。

39.

請求項31に記載のコンピュータプログラム製品において、
前記ホワイトバランス調整に使用する画像信号は、撮像した被写体像を記録媒体に記録するための画像信号である。

40.

請求項31に記載のコンピュータプログラム製品において、
前記ホワイトバランス調整に使用する画像信号は、被写界を複数に分割した各測光領域ごとの被写体輝度に応じた測光信号である。

4 1.

撮像素子で撮像された被写体像の画像信号を処理する映像信号処理装置は、
前記撮像素子の受光面上で複数に分割された分割領域の画素出力に基づいて、
分割領域ごとの色相を演算する色相演算部と、

前記複数の分割領域の色相の度数分布に基づいて、前記複数の分割領域の中から
所定度数以下の色相の分割領域を抽出する領域抽出部と、

前記抽出された抽出領域の各色の画素出力に基づいてホワイトバランス調整を
行うホワイトバランス調整部とを備える。

4 2.

請求項 4 1 に記載の映像信号処理装置と、

撮像した被写体像を記録媒体に記録するための画像信号を出力する記録用撮像
素子とを有し、

前記ホワイトバランス調整に使用される画像信号は前記記録用撮像素子からの
画像信号を使用するデジタルカメラ。

4 3.

請求項 4 1 に記載の映像信号処理装置と、

撮像した被写体像を記録媒体に記録するための画像信号を出力する記録用撮像
素子と、

被写界を複数に分割した各測光領域ごとに被写体輝度に応じた測光信号を出力
する測光用撮像素子とを有し、

前記ホワイトバランス調整に使用される画像信号は前記測光用撮像素子からの
画像信号を使用するデジタルカメラ。

4 4.

コンピュータ読み込み可能なコンピュータプログラム製品は、撮像素子で撮像
された被写体像の画像信号を処理するプログラムを有し、このプログラムは、

前記撮像素子の受光面上で複数に分割された分割領域の画素出力に基づいて、

分割領域ごとの色相を演算する色相演算処理と、

前記複数の分割領域の色相の度数分布に基づいて、前記複数の分割領域の中から所定度数以下の色相の分割領域を抽出する領域抽出処理と、

前記抽出された抽出領域の各色の画素出力に基づいてホワイトバランス調整を行うホワイトバランス調整処理とを備える。

ABSTRACT OF DISCLOSURE

撮像素子の各画素からRGB信号が出力される。撮像素子の受光面上で複数に分割された分割領域ごとに、RGB信号ごとの画素出力平均値を演算する。分割領域ごとに、Gの画素出力平均値に対するRとBの画素出力平均値の比をそれぞれ演算する。複数の分割領域の中から画素出力平均値の比が所定範囲内に収まっている領域を抽出する。抽出領域の色ごとの画素出力平均値の総和に基づいてRBに対するホワイトバランスゲインを演算する。RBの画素出力にホワイトバランスゲインを乗じて、ホワイトバランス調整を行う。